

Характеристика древесной растительности лесного биогеоценоза с применением искусственного интеллекта на основе данных дистанционного зондирования

Косарев Антон Валериевич (<https://orcid.org/0000-0002-6614-7297>), aleteia@inbox.ru

Сергеева Ирина Вячеславовна (<https://orcid.org/0000-0001-6824-1597>), ivsergeeva@mail.ru

Ключиков Аркадий Викторович (<https://orcid.org/0000-0002-8657-6486>), krok9407@mail.ru

Чумакова Светлана Валентиновна (<https://orcid.org/0000-0002-2877-0758>), ch-sv@yandex.ru

Леонтьев Алексей Алексеевич, aleksei_leontev@list.ru

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, Саратов, Россия

[Резюме PDF RUS](#) [PDF ENG](#)

[Полный текст PDF RUS](#)

Резюме. *Цель работы* – на основе данных дистанционного зондирования с применением искусственного интеллекта провести ранжирование древесных объектов разной протяженности на территории лесного биогеоценоза. *Материалы и методы.* Объект исследования – памятник природы «Урочище Белый Ключ» Татищевского района Саратовской области. Материалы исследования – мультисканальные спутниковые космоснимки в видимом и ближнем ИК-спектральных диапазонах. Обработка материалов и их картографирование реализованы на базе кроссплатформенной системы QGIS (версия 3.28.0). Распознавание объектов биогеоценоза осуществлялось с помощью плагина Mapflow. *Результаты.* Установлена многоярусная структура биогеоценоза. При этом 60–65 % растительных объектов относятся к высокому лесу, 30–35 % – к среднему лесу. Установлены признаки устойчивого развития лесного листового биогеоценоза: нечеткость почвенной линии в координатах «зеленость» vs «яркость», NIR–RED преобразования tasseled cap; высокая дисперсия зависимостей «влажность» vs «яркость»; «зеленость» vs «влажность»; наличие локального участка в верхней части диаграмм главных компонент, в котором их величины изменяются в широком диапазоне; асимметричность и смещенность в сторону больших значений частотных диаграмм влажности, зелености, а также индекса EVI. *Обсуждение.* Для лесных массивов структура диаграмм tasseled cap отличается нечетким и расплывчатым видом линии почвы, а также концентрацией максимума вегетационной составляющей в определенных областях. Эти признаки объясняются тем, что, в отличие от сельскохозяйственных угодий, в лесу почва скрыта под слоем листвы, опавших листьев и мха, поэтому отраженный сигнал от почвы смешивается с отражением от растительности. Преобладание высокого леса указывает на то, что верхний ярус биогеоценоза занимает большую часть территории и является определяющим фактором структуры и функционирования экосистемы. Высокие деревья создают тень, влияют на микроклимат, почвенные условия и доступность света для нижних ярусов.

Ключевые слова:

лесной биогеоценоз, дистанционное зондирование, искусственный интеллект, спектральное преобразование

Для цитирования: Косарев А.В., Сергеева И.В., Ключиков А.В., Чумакова С.В., Леонтьев А.А. Характеристика древесной растительности лесного биогеоценоза с применением искусственного интеллекта на основе данных дистанционного зондирования. *Геосистемы переходных зон*, 2025, т. 9, № 3, с. 286–298. <https://doi.org/10.30730/gtr.2025.9.3.286-298>; <https://www.elibrary.ru/fvkynr>

For citation: Kosarev A.V., Sergeeva I.V., Klyuchikov A.V., Chumakova S.V., Leontiev A.A. Characteristics of the woody vegetation of the forest biogeocenosis using artificial intelligence based on remote sensing data. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2025, vol. 9, No. 3, pp. 286–298. (In Russ.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2025.9.3.286-298>; <https://www.elibrary.ru/fvkynr>

Список литературы

1. Сушкевич Т.А., Стрелков С.А., Максакова С.В. 2018. Космос, земля и суперкомпьютинг: сопряженные задачи экологии, климата, мониторинга и дистанционного зондирования Земли, гиперспектральный подход и нанодиагностика природных сред (посвящается 65-летию ИПМ им. М.В. Келдыша РАН). *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика*, 7(4): 5–29.

2. Зеньков И.В., Кустикова Е.А., Ле Хунг Ч., Сильванович О.В., Юронен Ю.П., Маглинец Ю.А., Раевич К.В., Герасимова Е.И., Миронова Ж.В., Скорнякова С.Н. **2024**. Цифровая платформа в решении задач экологии нарушенных земель для горнодобывающих предприятий с открытыми горными работами на основе ресурсов дистанционного зондирования и искусственного интеллекта. *Экология и промышленность России*, 28(1): 52–57. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2024-1-52-57>
3. Каримуллах А., Братков В.В. **2024**. Оценка изменений площади зеленых насаждений Кабула по материалам дистанционного зондирования земли. *Мониторинг. Наука и технологии*, 4(62): 59–67. doi:[10.25714/MNT.2024.62.008](https://doi.org/10.25714/MNT.2024.62.008)
4. Бисенбаева С.Б., Мелисбек Ш.М., Баймухан Е.К. **2024**. Обзор мониторинга лесов в Казахстане на основе наблюдения за землей. *Вестник Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева. Серия: Химия. География. Экология*, 147(2): 135–149. <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2024-147-2-135-149>
5. Данилин И.М., Лапко В.А., Кузнецов А.А., Бабий И.А., Вайсман А.О. **2024**. Инновационный учебно-научный центр мониторинга лесных ресурсов Сибири на основе лазерной и микроволновой аэрокосмической съемки. *Сибирский аэрокосмический журнал*, 25(1): 8–17. <https://doi.org/10.31772/2712-8970-2024-25-1-8-17>
6. Стрекаловская М.И., Добротворская Н.И. **2023**. Использование ГИС-технологий для создания базы данных лесовосстановления. *Интерэкспо Гео-Сибирь*, 4(2): 199–204. doi:[10.33764/2618-981X-2023-4-2-199-204](https://doi.org/10.33764/2618-981X-2023-4-2-199-204)
7. Япаров И.М., Вильданов И.Р., Баширова Э.В., Гумеров Р.А., Магасумов Т.М. **2020**. Анализ многолетней динамики вегетационного индекса NDVI на территории природного парка «Иремель» для местного лесопользования с использованием цифровых моделей рельефа. *Астраханский вестник экологического образования*, 3(57): 140–149. doi:[10.36698/2304-5957-2020-19-3-140-149](https://doi.org/10.36698/2304-5957-2020-19-3-140-149)
8. Мамедалиева В.М. **2021**. Алгоритм и оценка изменения площади лесного покрова Хачмазского района Азербайджана средствами космического мониторинга. *Известия вузов. Лесной журнал*, 2(380): 106–115. doi:[10.37482/0536-1036-2021-2-106-115](https://doi.org/10.37482/0536-1036-2021-2-106-115)
9. Черткова Е.П., Замолдчиков Д.Г. **2024**. Оценка земельных ресурсов Алтайского государственного природного биосферного заповедника с учетом уникальности биоразнообразия и ценности экосистем. *Экосистемы*, 40: 39–49. (In Russ). doi:[10.29039/2413-1733-2024-40-39-49](https://doi.org/10.29039/2413-1733-2024-40-39-49)
10. Gopp N.V., Meshalkina J.L., Narykova A.N., Plotnikova A.S., Chernova O.V. **2023**. Mapping of soil organic carbon content and stocks at the regional and local levels: the analysis of modern methodological approaches. *Forest Science Issues*, 6(4): 1–46. <https://doi.org/10.31509/2658-607x-202361-120>
11. Калиничева С.В., Никифорова Н.Н., Максимов Н.А., Мисайлов И.Е., Федоров А.Н. **2021**. Исследование наступления леса на тундру в регионе Восточной Сибири в условиях меняющегося климата с применением ГИС и данных дистанционного зондирования Земли. *Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Науки о Земле*, 4(24): 73–82. doi:[10.25587/SVFU.2021.24.4.017](https://doi.org/10.25587/SVFU.2021.24.4.017)
12. Алексеев А.С., Черниковский Д.М. **2024**. Выявление повреждений хвойных насаждений на основе комплексного анализа результатов дистанционного зондирования Земли и наземных обследований. *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*, 2(398): 11–28. doi:[10.37482/0536-1036-2024-2-11-28](https://doi.org/10.37482/0536-1036-2024-2-11-28)
13. Беспалова В.В., Полянская О.А. **2021**. Внедрение цифровых технологий на предприятиях лесного комплекса. *Журнал прикладных исследований*, 2(4): 66–70. doi:[10.47576/2712-7516_2021_2_4_66](https://doi.org/10.47576/2712-7516_2021_2_4_66)
14. Иванова Н.В., Шашков М.П., Лебедев А.В., Шанин В.Н. **2024**. Количественный анализ факторов, влияющих на повреждение старовозрастного южнотаежного древостоя в результате катастрофического ветровала, на основе дистанционных и объединенных данных. *Экология*, 4: 284–292. <https://doi.org/10.31857/S0367059724040043>
15. Линкина А.В., Елсуков В.Д., Тришин А.А. **2023**. Использование моделей машинного обучения при решении задач в отрасли органического сельского хозяйства. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*, 85(4): 133–138.
16. Николаев А.А., Николаева И.О. **2022**. Преобразование цифровых данных космической съемки алгоритмом tasseled cap при определении структуры лесных насаждений. *Международный научно-исследовательский журнал*, 9(123): 1–5. doi:[10.23670/IRJ.2022.123.77](https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.123.77); URL: <https://research-journal.org/archive/9-123-2022-september/10.23670/IRJ.2022.123.77> (accessed 20.04.2025).